

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分  
 【発行日】平成 20 年 4 月 24 日 (2008.4.24)

【公表番号】特表 2007-529879 (P2007-529879A)  
 【公表日】平成 19 年 10 月 25 日 (2007.10.25)  
 【年通号数】公開・登録公報 2007-041  
 【出願番号】特願 2006-529398 (P2006-529398)  
 【国際特許分類】

H 0 1 L 33/00 (2006.01)

F 2 1 S 8/04 (2006.01)

F 2 1 Y 101/02 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 33/00 C

F 2 1 S 1/02 G

F 2 1 Y 101:02

【手続補正書】

【提出日】平成 20 年 3 月 3 日 (2008.3.3)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

窒化物半導体からなる、p 型半導体層と量子井戸発光層と当該量子井戸発光層から発せられた光の取出し側となる n 型半導体層とがこの順に積層された半導体多層膜と、

前記 p 型半導体層に対向して設けられていて、当該 p 型半導体層と電氣的に接続されている p 側電極と、

を有し、

前記 p 型半導体層の前記 p 側電極に面する表面には、転位が集中する高転位密度領域と低転位密度領域とが周期的または選択的に存在し、

前記 p 側電極において前記 p 型半導体層に対向する面は、複数の凸部または複数の凹部が略一様に分散されてなる凹凸面に形成されており、

当該 p 側電極における前記凸部の頂部が、前記 p 型半導体層の前記 p 側電極に面する表面の前記低転位密度領域に接合されている半導体発光装置。

【請求項 2】

前記 p 側電極は、前記発光層から向かってくる光を前記 n 型半導体層側へ反射する金属材料で形成されている請求項 1 記載の半導体発光装置。

【請求項 3】

さらに、前記凹凸面における凹部に充填されている絶縁材を有する請求項 2 記載の半導体発光装置

【請求項 4】

前記絶縁材は、前記発光層で発生する光に対して透明な材料で形成されている請求項 3 記載の半導体発光装置。

【請求項 5】

前記絶縁材は、前記 p 型半導体層を形成する窒化物半導体材料と略同じ屈折率を有する材料で形成されている請求項 3 記載の半導体発光装置。

【請求項 6】

駆動電流値を前記発光層の主面積で除した平均電流密度が  $50 \text{ A/cm}^2$  以下となる範囲で使用され、前記 p 型電極は前記発光層の略全面に臨むように形成されている半導体発光装置であって、

使用時において、前記 p 側電極の前記凸部頂部に、少なくとも  $100 \text{ A/cm}^2$  の電流密度で電流が流れるように、前記凹凸面における凸部と凹部の比率が設定されている請求項 1 記載の半導体発光装置。

【請求項 7】

前記高転位密度領域の分布が、四角格子、六角格子、三角格子、又は千鳥格子である請求項 1 記載の半導体発光装置。

【請求項 8】

窒化物半導体からなる、p 型半導体層と量子井戸発光層と当該量子井戸発光層から発せられた光の取出し側となる n 型半導体層とがこの順に積層された半導体多層膜と、

前記 p 型半導体層に対向して設けられていて、当該 p 型半導体層と電氣的に接続されている p 側電極と、

を有し、

前記半導体多層膜における前記 p 側電極との対向面は、複数の凸部または複数の凹部が略一様に分散されてなる凹凸面として形成されており、

前記対向面には、転位が集中する高転位密度領域と低転位密度領域とが周期的または選択的に存在し、前記凹凸面における凸部頂部が、低転位密度領域となるように当該凹凸面が形成されていて、

前記半導体多層膜の前記凸部頂部が、前記 p 側電極に接合されている半導体発光素子。

【請求項 9】

前記 p 側電極は、前記発光層から向かってくる光を前記 n 型半導体層側へ反射する金属材料で形成されている請求項 8 記載の半導体発光装置。

【請求項 10】

前記凹凸面における凹部は、前記量子井戸発光層を貫通し前記 n 型半導体層に達している請求項 8 記載の半導体発光装置。

【請求項 11】

前記高転位密度領域の分布が、四角格子、六角格子、三角格子、又は千鳥格子である請求項 8 記載の半導体発光装置。

【請求項 12】

実装基板と、

前記実装基板に実装されている請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置と、

を有する照明モジュール。

【請求項 13】

光源として、請求項 12 記載の照明モジュールを有する照明装置。

【請求項 14】

基板と、

前記基板の搭載されている請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置と、

前記半導体発光装置をモールドする樹脂と、

を有する表面実装部品。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置が、縦横に配列されてなるドットマトリックス表示装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 1 1 】

本発明に係る半導体発光装置は、窒化物半導体からなる、p型半導体層と量子井戸発光層と当該量子井戸発光層から発せられた光の取出し側となるn型半導体層とがこの順に積層された半導体多層膜と、前記p型半導体層に対向して設けられていて、当該p型半導体層と電氣的に接続されているp側電極とを有し、前記p型半導体層の前記p側電極に面する表面には、転位が集中する高転位密度領域と低転位密度領域とが周期的または選択的に存在し、前記p側電極において前記p型半導体層に対向する面は、複数の凸部または複数の凹部が略一様に分散されてなる凹凸面に形成されており、当該p側電極における前記凸部の頂部が、前記p型半導体層の前記p側電極に面する表面の前記低転位密度領域に接合されている。

また、本発明に係る半導体発光装置は、窒化物半導体からなる、p型半導体層と量子井戸発光層と当該量子井戸発光層から発せられた光の取出し側となるn型半導体層とがこの順に積層された半導体多層膜と、前記p型半導体層に対向して設けられていて、当該p型半導体層と電氣的に接続されているp側電極とを有し、前記半導体多層膜における前記p側電極との対向面は、複数の凸部または複数の凹部が略一様に分散されてなる凹凸面として形成されており、前記対向面には、転位が集中する高転位密度領域と低転位密度領域とが周期的または選択的に存在し、前記凹凸面における凸部頂部が、低転位密度領域となるように当該凹凸面が形成されていて、前記半導体多層膜の前記凸部頂部が、前記p側電極に接合されている。

## 【 手 続 補 正 3 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 2

【 補 正 方 法 】 削 除

【 補 正 の 内 容 】

## 【 手 続 補 正 4 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 3

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

## 【 0 0 1 3 】

上記した前者の半導体発光装置によれば、p側電極に駆動電流が流されると、当該電流はp側電極の凸部頂部に集中しその密度（電流密度）が高められて、p型半導体層、ひいては量子井戸発光層に注入されることとなる。これにより、発光層においては、p側電極の前記凸部頂部に対応する領域で電流密度（キャリア密度）が高くなり、当該領域においてスクリーニング効果が発揮されてピエゾ効果が打ち消され、発光再結合割合が上昇して、この部分での発光量が増大する。また、p側電極の前記凸部頂部は、p型半導体層に対してほぼ一様に分散されているので、発光層における発光量もほぼ一様に増大し、発光層全体としての発光量が増大する。その結果、駆動電流（発光層に注入する電流の総量）を増大させることなく、発光効率を向上することが可能となる。

## 【 手 続 補 正 5 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 4

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

## 【 0 0 1 4 】

また、上記した後者の半導体発光装置によれば、p側電極に駆動電流が流されると、当該電流は、半導体多層膜のp側電極との対向面における凸部頂部に集中しその密度（電流密度）が高められて、p型半導体層、ひいては量子井戸発光層に注入されることとなる。これにより、発光層においては、前記凸部頂部に対応する領域で電流密度（キャリア密度）が高くなり、当該領域においてスクリーニング効果が発揮されてピエゾ効果が打ち消さ

れ、発光再結合割合が上昇して、この部分での発光量が増大する。また、前記凸部頂部は、ほぼ一様に分散されているので、発光層おける発光量もほぼ一様に増大し、発光層全体としての発光量が増大する。その結果、駆動電流（発光層に注入する電流の総量）を増大させることなく、発光効率を向上することが可能となる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0058

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0058】

図9(b)と図8(b)を参照しながら説明すると、p側電極66は、畝状をした複数の凸部66Aが平行に略等間隔で配されて（略一様に分散されて）形成されたストライプ状の凹凸面66Bを有する。そして、各凸部66Aの頂部がp-AlGaIn層60の下面と接合されている。凹凸面66Bの凹部66Cは、酸化シリコンからなる絶縁材92で充填されている。なお、絶縁材92としては、酸化シリコン以外に $Ta_2O_5$ や実施の形態1で紹介した他の材料を用いてもよい。半導体多層膜56には、その積層方向に線状の格子欠陥、すなわち転位が存在するのであるが、この格子欠陥（転位）は、製造過程において、絶縁材92が配される領域に出現するよう制御される。この格子欠陥（転位）に関しては、後述するLEDチップ52の製造方法において説明することとする。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0067】

ここで、絶縁材92は、半導体多層膜において格子欠陥が集結してなる高欠陥領域上に形成される。サファイア基板上に形成されるGaIn系半導体層内には、GaInとサファイアの格子定数の違いに起因して筋状の格子欠陥、すなわち転位が存在する。本実施の形態では、当該格子欠陥（転位）の成長方向を半導体プロセスにおいて制御し、所定の間隔に集結させ、格子欠陥の集結した領域（高欠陥領域）、すなわち高転位密度領域に絶縁材92を配し、高欠陥領域（高転位密度領域）の近傍に形成される低欠陥領域、すなわち低転位密度領域にp側電極の凸部頂部を接合することとしたのである。半導体プロセスにおいて格子欠陥の成長方向を制御する方法は、米国特許第6,617,182号明細書等に記載されている公知の技術で実現できるため、ここでは、その詳細な説明は省略し、図11、図12を参照しながら、概略を説明することとする。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

次に、GaIn層96表面に第1の段差である凹凸をエッチングにより設ける[図11(b)]。凹凸の周期は $10\mu m$ 、凸部96A頂部の幅は $2\mu m$ 、高さは $3\mu m$ である。この凹凸により紙面垂直方向に形成される溝96Bの方向は $\langle 1, 1, -2, 0 \rangle$ である。上記凹凸面を上方から見た状態を図11(c)に示す。

その上に更にMOCVD法を用いて、厚さ $10\mu m$ の第1のAlGaIn層2064Aを形成する[図12(a)]。GaIn層96上の凹部96B上にある第1のAlGaIn層2064Aの格子欠陥Kは、AlGaIn層の堆積の進行とともにGaIn層96の凹部96B中央に向かって集結し、やがて一筋の格子欠陥（転位）となる。最終的に第1のAlGaIn層2064Aの表面に存在する格子欠陥は、GaIn層96上の凹部96B中央付近とGa

N層96の凸部96A上部付近のみとなり、それ以外の領域は低欠陥領域（低転位密度領域）となる。